

PAT-NO: JP407035218A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07035218 A  
TITLE: DISCONTINUOUS MESH GEAR AND  
MANUFACTURE THEREOF  
PUBN-DATE: February 7, 1995

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
TAKEDA, RYUHEI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NISSAN MOTOR CO LTD	N/A

APPL-NO: JP05179269

APPL-DATE: July 20, 1993

INT-CL (IPC): F16H055/02, F16H055/08

## ABSTRACT:

PURPOSE: To give frequency modulation which destroys periodicity of mesh transmission error to the error at the time of operation after assembly so as to reduce fluctuation of gear noise due to fluctuation of load at the time of operation by giving large adjacent pitch error between each tooth after heat treatment and grinding a tooth face on purpose in an allowable scope.

CONSTITUTION: When form grinding (simultaneous tooth form grinding of opposing tooth faces) of a hypoid gear and a bevel gear is done by CNC grinding

machine and grinding wheels 2, 3 having high wear resistance such as CBN grinding wheel are used, index turn of a workpiece 1 is done by one tooth of the gear, and cut-in amount of the index turn is changed once per N teeth for cut-in amount of the other turn. As a consequence, large adjacent pitch error between each tooth is given in a scope of JIS first class which is an allowable scope. Also, when grinding wheel having low wear resistance such as WA wheel is used, reduction of cut-in amount due to wear is not compensated, and large adjacent pitch error between each tooth is given on purpose by turning an index of the workpiece 1 by N teeth of gear.

COPYRIGHT: (C)1995, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-35218

(43)公開日 平成7年(1995)2月7日

(51)IntCl<sup>6</sup>

F 16 H 55/02  
55/08

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全5頁)

(21)出願番号

特願平5-179269

(22)出願日

平成5年(1993)7月20日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 竹田 龍平

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

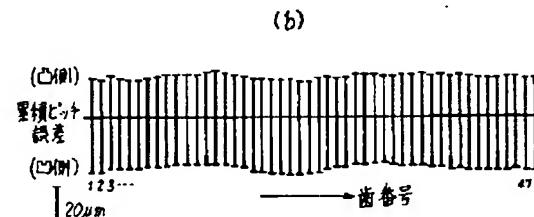
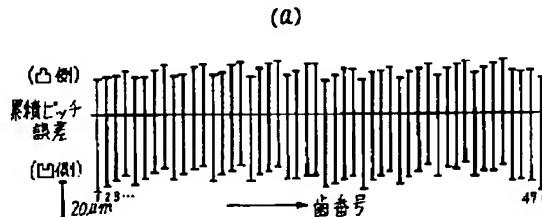
(74)代理人 弁理士 杉村 晓秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 不連続噛合歯車およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 運転時の負荷の変動によるギヤノイズの変動を低減し、かつギヤノイズの絶対値も低く抑えることができる歯車を、低成本で製造することを目的とする。

【構成】 热処理後の歯面研削の際に、各歯間の隣接ピッチ誤差を許容範囲内で大きく与えることを特徴とする、不連続噛合歯車の製造方法であり、前記隣接ピッチ誤差を大きく与えるに際し、研削砥石の耐磨耗性が高い場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数毎に一回切込量を変更し、研削砥石の耐磨耗性が低い場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数づつ歯車を送って研削を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 热処理および歯面研削後の各歯間の隣接ピッチ誤差が、許容範囲内で大きく与えられていることを特徴とする、不連続噛合歯車。

【請求項2】 热処理後の歯面研削の際に、各歯間の隣接ピッチ誤差を許容範囲内で大きく与えることを特徴とする、不連続噛合歯車の製造方法。

【請求項3】 前記隣接ピッチ誤差を大きく与えるに際し、研削砥石の耐磨耗性が高い場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数毎に一回切込量を変更し、研削砥石の耐磨耗性が低い場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数づつ歯車を送って研削を行うことを特徴とする、請求項2に記載の不連続噛合歯車の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、ギヤノイズを低減し得る不連続噛合歯車およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、歯車の高強度化および低騒音化に対する要求品質が高まり、これに対応するため、歯車の熱処理後に歯面研削が用いられることが多い。かかる歯面研削においては、歯面の熱処理変形にかかりなく高精度の歯面加工が可能であり、また歯車装置の組立誤差や運転時の負荷による歯当たりの局部集中を防止するために必要となる歯形や歯筋の修正も、所要の通り行うことが可能である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、歯形や歯筋の修正は、負荷によっては歯車の噛合伝達誤差を増大させてギヤノイズの低減化を妨げることがある。また歯面研削で高精度になった歯車は高周波ノイズを生じさせる傾向があり、それゆえ従来は、歯面研削後にさらに、ヘリカルギヤではギヤホーニング、ハイポイドギヤや曲がり歯傘歯車ではラッピング等の工程が行われ、歯車の製造コストを高いものにしている（昭和55年4月20日株式会社山海堂発行の自動車工学全書第19巻「自動車の製造方法」中第108～111頁、「4章 機械加工4.5.3、歯車類」なる項目参照）。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記課題を有利に解決した不連続噛合歯車およびその製造方法を提供することを目的とするものであり、この発明の不連続噛合歯車は、熱処理および歯面研削後の各歯間の隣接ピッチ誤差が、許容範囲内で大きく与えられていることを特徴とするものである。

【0005】また、この発明の不連続噛合歯車の製造方法は、熱処理後の歯面研削の際に、各歯間の隣接ピッチ誤差を許容範囲内で大きく与えることを特徴とするもの

である。

【0006】そして前記製造方法では、前記隣接ピッチ誤差を大きく与えるに際し、研削砥石の耐磨耗性が高い場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数毎に一回切込量を変更し、研削砥石の耐磨耗性が低い場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数づつ歯車を送って研削を行うようにしても良い。

## 【0007】

【作用】かかる不連続噛合歯車およびその製造方法によれば、熱処理および歯面研削後の各歯間の隣接ピッチ誤差を、許容範囲内で故意に大きく与えているので、組立後の運転時の噛合伝達誤差にその周期性を崩す周波数変調を与えることができ、それゆえ、その運転時の負荷の変動によるギヤノイズの変動を低減し、かつギヤノイズの絶対値も低く抑えることができる。

【0008】しかも上記方法によれば、熱処理後の歯面研削の際に各歯間の隣接ピッチ誤差を許容範囲内で故意に大きく与えるので、歯面研削後のギヤホーニングやラッピング等の工程を省略してもギヤノイズを低く抑えることができる、それゆえ、歯車の製造コストをより安価なものとすることができる。

【0009】なお、前記製造方法で隣接ピッチ誤差を大きく与えるに際し、CBN（立方晶窒化硼素）砥石等の耐磨耗性の高い研削砥石を用いる場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数毎に一回切込量を変更し、WA砥石等の耐磨耗性の低い研削砥石を用いる場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数づつ歯車を送って研削を行うようにすれば、研削砥石の種類にかかわらず常に確実に、十分高い周波数の変調を与える歯車を製造し得て、上述した効果を確実に達成することができる。

## 【0010】

【実施例】以下に、この発明の実施例を図面に基づき詳細に説明する。図1は、この発明の製造方法を、CNC研削盤でフォームグラインディング（互いに対向する両歯面の同時歯形研削）を行う場合に適用した一実施例を、ハイポイドギヤもしくは曲がり歯傘歯車についてグリーソンCNC研削盤によりグリーソン社のフォーメイト研削方式で研削する場合について示す説明図、また図2は、上記実施例を、ヘリカルギヤについてCNC研削盤によりカップ社の方式で研削する場合について示す説明図である。

【0011】図1に示すグリーソン社の方式では、ハイポイドギヤもしくは曲がり歯傘歯車とするための歯切り加工および熱処理の済んだワーク1を、歯形に対し相補的な断面形状のフレア状に広がった周辺部2aを持つ研削砥石としてのグリーソンフレアカップ砥石2を具える上記グリーソンCNC研削盤にセットし、そのワーク1を、同図(a)中矢印aで示すように、次に研削される歯溝1aが砥石2の周辺部2aに対向する位置までインデッ

クス（割り出し）回動させ、次いで同図（b）中矢印bで示すように、回転中の砥石2の周辺部2aへ向けてワーク1を接近移動させることにより砥石2の切込みと歯筋送りとを行って、上記歯溝1aの部分で互いに対向する両歯面1bへの同時歯形研削を施し、その後同図（c）中矢印cで示すように、砥石2の周辺部2aから離間する方向へワーク1を移動させる、という研削サイクルを繰り返すことにより、ワーク1の歯面研削を行う。

【0012】また図2に示すカップ社の方式では、ヘリカルギヤとするための歯切り加工および熱処理の済んだワーク1を、歯形に対し相補的な断面形状の周辺部3aを持つ円盤状の研削砥石3を具えるCNC研削盤にセットし、上記図1に示す方式と同様に、そのワーク1の、インデックス回動と、砥石3の周辺部3aに対する接近および離間移動とを行う研削サイクルを繰り返すことにより、ワーク1の歯面研削を行う。

【0013】ところで、上述したグリーソン社の方式もカップ社の方式も、いずれもワーク1の歯面研削を行うに際し、通常は歯車の一歯分づつ上記ワーク1のインデックス回動を行って砥石を歯面に切込ませるとともに、その砥石の耐磨耗性に応じ、砥石に対するワークの接近移動量を適宜修正して所定の切込量を確保しており、それゆえ、それらの方式で歯面研削を行った歯車の隣接ピッチ誤差はいずれも、通常はJIS0級を満足することができる。

【0014】しかしてこの実施例の方法では、上述したグリーソン社の方式およびカップ社の方式でフォームグラインディングを行うに際し、CBN砥石等の耐磨耗性の高い研削砥石を用いる場合には、摩耗がほとんどないため、歯車の一歯分づつ上記ワーク1のインデックス回動を行うとともに、そのインデックス回動をN歯分行う毎に一回、切込量を他の回の切込量に対して変更することにより、各歯間の隣接ピッチ誤差を、許容範囲であるJIS1級の範囲内で故意に大きく与える。なおここで、上記Nは、好ましくは被研削歯車の枚数と互いに素となる数とし、通常は3~5の範囲で選択する。

【0015】またこの実施例の方法では、上述したグリーソン社の方式およびカップ社の方式でフォームグラインディングを行うに際し、WA砥石等の耐磨耗性の低い研削砥石を用いる場合には、その摩耗による切込量の減少を補正せずに、歯車の上記N歯分づつ上記ワーク1のインデックス回動を行うことにより、各歯間の隣接ピッチ誤差を、許容範囲であるJIS1級の範囲内で故意に大きく与える。

【0016】図3（a）は、耐磨耗性の低いWA砥石を用いた場合の上記実施例の方法で、4歯分づつ上記ワークのインデックス回動を行い、かつ砥石摩耗分の砥石繰り出し量補正を行わずに歯面研削して隣接ピッチ誤差を故意に大きく与えた、この発明の不連続噛合歯車の一実施例としての、歯数47枚、ギヤ比if=3.357、ピッチ径

φ205、モジュール4.3617の、自動車の終減速機用リングギヤ（ハイポイドギヤ）について、各歯の両側（凸側および凹側）の歯面の測定を行って得た累積ピッチ誤差（砥石繰り出し量分修正後）を示すグラフであり、この実施例のリングギヤでは、累積ピッチ誤差は、凸側12.3μm、凹側17.1μm（いずれもJIS0級）となっている一方、単一ピッチ誤差の最大値は、凸側8.9μm、凹側8.9μm（いずれもJIS1級）となっており、そして隣接ピッチ誤差の最大値は、凸側11.6μm、凹側12.8μm（いずれもJIS1級）となっている。

【0017】これに対し図3（b）は、耐磨耗性の低いWA砥石を用いた場合の従来の方法で、一歯分づつ上記ワークのインデックス回動を行い、かつ砥石摩耗分の砥石繰り出し量補正を行ながら歯面研削して隣接ピッチ誤差を小さく維持した、上記実施例と同一仕様の従来のリングギヤについて、各歯の両側（凸側および凹側）の歯面の測定を行って得た累積ピッチ誤差（砥石繰り出し量分修正後）を示すグラフであり、この従来のリングギヤでは、累積ピッチ誤差は、凸側8.1μm、凹側11.6μm（いずれもJIS0級）となっており、また、単一ピッチ誤差の最大値も、凸側1.9μm、凹側2.4μm（いずれもJIS0級）となっており、そして隣接ピッチ誤差の最大値も、凸側3.5μm、凹側1.9μm（いずれもJIS0級）となっている。

【0018】かかる二種類のリングギヤを用いて終減速機をそれぞれ組み立てて、リングギヤへの負荷トルクを種々に変化させながらそれらの終減速機の台上起振力測定を行った結果を示すのが図4（a）、（b）であり、図4（a）は噛合一次伝達誤差（一次起振力）を、また同図（b）は噛合二次伝達誤差（二次起振力）をそれぞれ示し、図中実線で示す曲線Aは上記実施例のリングギヤを用いたものを、また破線で示す曲線Bは上記従来のリングギヤを用いたものをそれぞれ示す。ここで、ギヤノイズはその伝達誤差（起振力）の増大に対応して増大する。

【0019】図4から明らかなように、四歯毎に約10μm程度の大きな隣接ピッチ誤差が与えられた上記実施例のリングギヤは、隣接ピッチ誤差が小さい上記従来のリングギヤと比較して、運転時の負荷トルクの変動による伝達誤差の変動が低減され、その伝達誤差の絶対値も小さなものとなっている。従って上記実施例のリングギヤによれば、運転時の噛合伝達誤差にその周期性を崩す周波数変調を与えて、運転時の負荷の変動によるギヤノイズの変動を低減し、かつギヤノイズの絶対値も低く抑えることができる。

【0020】そして、上記実施例の製造方法によれば、熱処理後の歯面研削の際に各歯間の隣接ピッチ誤差を許容範囲内で故意に大きく与えるので、歯面研削後のギヤホーニングやラッピング等の工程を省略してもギヤノイズを低く抑えることができ、それゆえ、歯車の製造コスト

トをより安価なものとすることができます。

【0021】さらに、上記実施例の製造方法によれば、隣接ピッチ誤差を大きく与えるに際し、WA砥石等の耐磨耗性の低い研削砥石を用いる場合に、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数づつ歯車を送って研削を行うので、常に確実に、十分高い周波数の変調を与える歯車を製造し得て、上述した効果を確実に達成することができる。

【0022】図5は、この発明の製造方法を、ハイポイドギヤもしくは曲がり歯傘歯車についてグリーソンCNC研削盤により創成研削を行う場合に適用した他の実施例を示す説明図であり、この創成研削では、ハイポイドギヤもしくは曲がり歯傘歯車とするための歯切り加工および熱処理の済んだワーク1を、カップ状の前端部4aを持つ研削砥石4を具える上記グリーソンCNC研削盤にセットし、そのワーク1を、同図(a)中矢印dで示すように、その片側の歯面1bが砥石4の前端部4aと接触するように、回転中の砥石4の前端部4aへ向けて接近移動させ、次いで同図(b)中矢印eおよびfで示すように、回転中の砥石4とワーク1とを創成運動させて、砥石4の前端部4aでワーク1の上記片側の歯面1bに創成研削を施し、その後、同図(c)中矢印gおよびhで示すように、砥石4の前端部4aから離間する方向へワーク1を移動させるとともに砥石4を原位置へ復帰させてから、次に研削される歯面1bが砥石4の前端部4aと接触し得る位置までワーク1をインデックス回動させる、という研削サイクルを繰り返すことにより、ワーク1の歯面研削を行う。

【0023】しかしてこの実施例の方法では、上述した創成研削を行うに際し、CBN砥石等の耐磨耗性の高い研削砥石を用いる場合には、摩耗がほとんどないため、歯車の一歯分づつ上記ワーク1のインデックス回動を行うとともに、そのインデックス回動を上記N歯分行う毎に一回、回動角度を他の回の回動角度に対して僅かに減少もしくは増加させることにより、各歯間の隣接ピッチ誤差を、許容範囲であるJIS1級の範囲内で故意に大きく与える。

【0024】またこの実施例の方法では、上述した創成研削を行うに際し、WA砥石等の耐磨耗性の低い研削砥石を用いる場合には、その摩耗による切込量の減少を補正せず、歯車の上記N歯分行づつ上記ワーク1のインデックス回動を行うことにより、各歯間の隣接ピッチ誤差を、許容範囲であるJIS1級の範囲内で故意に大きく与える。

【0025】かかる実施例の方法およびそれによって製造した実施例の歯車によっても、先の実施例の方法およびそれによって製造した実施例の歯車と同様の作用効果を得ることができる。

【0026】以上、図示例に基づき説明したが、この発明は上述の例に限定されるものではなく、例えば、上記歯

形研削および創成研削のいずれの場合も、耐磨耗性の低い研削砥石を用いる場合には、NC制御により、歯車の歯の並び順でない任意の順序（例えば乱数に基づく順序）で歯面研削するように、上記ワークのインデックス回動を行わせても良い。

#### 【0027】

【発明の効果】かくしてこの発明の不連続噛合歯車およびその製造方法によれば、運転時の負荷の変動によるギヤノイズの変動を低減し、かつギヤノイズの絶対値も低く抑えることができる。

【0028】しかもこの発明の製造方法によれば、歯面研削後のギヤホーニングやラッピング等の工程を省略してもギヤノイズを低く抑えることができるので、歯車の製造コストをより安価なものとすることができます。

【0029】なお、前記製造方法で隣接ピッチ誤差を大きく与えるに際し、CBN（立方晶窒化硼素）砥石等の耐磨耗性の高い研削砥石を用いる場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数毎に一回切込量を変更し、WA砥石等の耐磨耗性の低い研削砥石を用いる場合には、被研削歯車の枚数と互いに素となる枚数づつ歯車を送って研削を行うようにすれば、研削砥石の種類にかかわらず常に確実に、十分高い周波数の変調を与える歯車を製造し得て、上述した効果を確実に達成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(c)は、この発明の不連続噛合歯車の製造方法をCNC研削盤でフォームグラインディングを行う場合に適用した一実施例を、ハイポイドギヤもしくは曲がり歯傘歯車についてグリーソンCNC研削盤によりグリーソン社のフォーメイト研削方式で研削する場合について逐次に示す説明図である。

【図2】上記実施例の製造方法をヘリカルギヤについてCNC研削盤によりカップ社の方式で研削する場合について示す説明図である。

【図3】(a)および(b)は、上記実施例の方法で製造したこの発明の不連続噛合歯車の一実施例としてのリングギヤおよび従来の方法で製造したそれと同一仕様の従来のリングギヤにつき各歯の両側（凸側および凹側）の歯面の測定を行って得た累積ピッチ誤差（砥石繰り出し量分修正後）をそれぞれ示すグラフである。

【図4】(a)および(b)は、上記実施例のリングギヤおよび従来のリングギヤを各々用いた終減速機の台上起振力測定を行った結果の、負荷トルクと噛合一次伝達誤差との関係および負荷トルクと噛合二次伝達誤差との関係をそれぞれ示す特性図である。

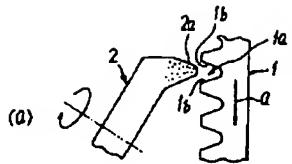
【図5】(a)～(c)は、この発明の不連続噛合歯車の製造方法をハイポイドギヤもしくは曲がり歯傘歯車についてグリーソンCNC研削盤により創成研削を行う場合に適用した他の実施例を逐次に示す説明図である。

#### 【符号の説明】

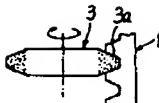
1 ワーク  
1a 齒溝  
1b 齒面

2, 3, 4 研削砥石  
2a, 3a 周辺部  
4a 前端部

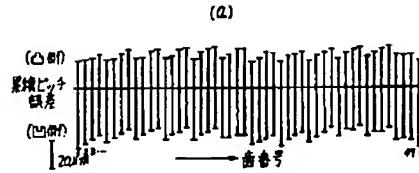
【図1】



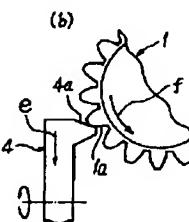
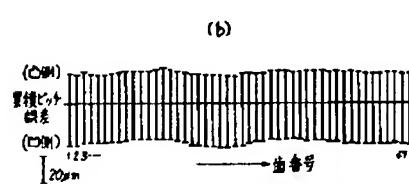
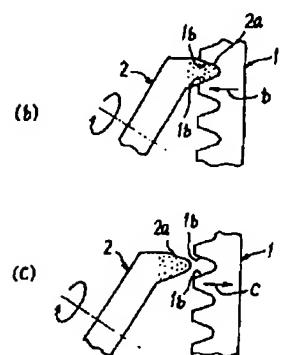
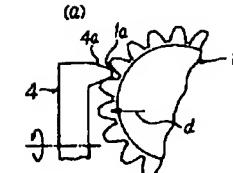
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

